

Reciprocating piston internal combustion engine

Patent number: DE3600408
Publication date: 1987-07-16
Inventor: BASSHUYSEN RICHARD VAN DIPL IN (DE);
KOROSTENSKI ERWIN DIPL ING (DE); RUF MAX DIPL
ING (DE); STAUDT HANS PETER DIPL ING (DE);
STULLE OTTO DIPL ING (DE)
Applicant: AUDI NSU AUTO UNION AG (DE)
Classification:
- international: F01L1/44; F02D13/02; F02F1/42; F02B31/02; F02D9/02;
F02M69/00; F02D33/00; F02D41/34; F01L9/02;
F01L9/04; F02D11/02
- european: F01L1/26, F01L1/44, F01L1/26B, F01L13/00D,
F02B31/08F, F02F1/42B1, F02M35/108, F02M69/04C2
Application number: DE19863600408 19860109
Priority number(s): DE19863600408 19860109

Abstract of DE3600408

In a multi cylinder reciprocating piston internal combustion engine with three inlet valves per cylinder an optimum filling and charging motion is achieved for the entire operating range of the internal combustion engine in that the valves have different timings, adjustable independently of one another, and/or valve lifts and/or different valve diameters and in addition a separate intake system with a throttle valve is provided for each inlet valve, the intake systems of the three inlet valves being of differing design. The intake systems are activated in succession by corresponding control of their throttle valves as a function of the engine speed and/or load. The first intake system is designed to obtain a strong swirl and great torque at low engine speed, the second intake system to obtain a high torque at middle engine speed and the third intake system to obtain the highest torque at full load and maximum engine speed.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①⑨ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①① **DE 3600408 A1**

②① Aktenzeichen: P 36 00 408.1
②② Anmeldetag: 9. 1. 86
④③ Offenlegungstag: 16. 7. 87

⑤① Int. Cl. 4:

F01L 1/44

F 02 D 13/02
F 02 F 1/42
F 02 B 31/02
F 02 D 9/02
F 02 M 69/00
F 02 D 33/00
// F02D 41/34,
F01L 9/02,9/04,
F02D 11/02

DE 3600408 A1

⑦① Anmelder:

Audi AG, 8070 Ingolstadt, DE

⑦④ Vertreter:

Speidel, E., Pat.-Anw., 8035 Gauting

⑦② Erfinder:

Basshuysen, Richard van, Dipl.-Ing. (FH), 7100
Biberach, DE; Stulle, Otto, Dipl.-Ing., 7107
Nordheim, DE; Staudt, Hans Peter, Dipl.-Ing., 7100
Heilbronn, DE; Ruf, Max, Dipl.-Ing. (FH), 7107
Obereisesheim, DE; Korostenski, Erwin, Dipl.-Ing.,
7101 Oedheim, DE

⑤④ **Hubkolbenbrennkraftmaschine**

Bei einer Mehrzylinder-Hubkolbenbrennkraftmaschine mit drei Einlaßventilen pro Zylinder wird eine optimale Füllung und Ladungsbewegung für den gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine dadurch erreicht, daß die Ventile verschiedene und unabhängig voneinander veränderliche Steuerzeiten und/oder Ventilerhebungen und/oder unterschiedliche Ventildurchmesser aufweisen und außerdem für jedes Einlaßventil ein eigenes Saugsystem mit einer Drosselklappe vorgesehen ist, wobei die Saugsysteme der drei Einlaßventile unterschiedlich ausgebildet sind. Die Saugsysteme werden durch entsprechende Steuerung ihrer Drosselklappen drehzahl- und/oder lastabhängig nacheinander zur Wirkung gebracht. Das erste Saugsystem ist für die Erzielung eines starken Dralls und eines großen Drehmoments bei niedriger Drehzahl ausgelegt, das zweite Saugsystem ist für die Erzielung eines hohen Drehmoments bei mittlerer Drehzahl und das dritte Saugsystem ist zur Erzielung des Höchstdrehmoments bei Vollast und maximaler Drehzahl ausgelegt.

DE 3600408 A1

Patentansprüche

1. Hubkolbenbrennkraftmaschine mit drei Einlaßventilen pro Zylinder, die in Umfangsrichtung des Brennraumes im Zylinderkopf hintereinander angeordnet sind, **gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:**

a) jedes Einlaßventil (1, 2, 3) ist durch eine eigene Betätigungseinrichtung im Öffnungssinn betätigbar,

b) die Steuerzeiten und/oder Ventilerhebungen von mindestens zwei Einlaßventilen sind unabhängig voneinander drehzahl- und/oder lastabhängig veränderbar,

c) für jedes Einlaßventil (1, 2, 3) ist ein eigenes Saugsystem (4, 6, 8) mit einer Drosselklappe (5, 7, 9) vorgesehen.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchmesser der Einlaßventile (1, 2, 3) unterschiedlich sind.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventildurchmesser des in Umfangsrichtung des Brennraumes ersten Einlaßventils (1) kleiner ist als die Ventildurchmesser der beiden anderen Einlaßventile (2, 3).

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Saugsysteme (4, 6, 8) der drei Einlaßventile unterschiedlich ausgebildet sind.

5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Saugsystem (4) des in Umfangsrichtung des Brennraumes ersten Einlaßventils (1) zur Erzielung eines starken Dralls bei niedriger Drehzahl ausgebildet und seine Länge größer und sein Durchmesser kleiner ist als das Saugsystem (6) des zweiten (mittleren) Einlaßventils (2), dessen Länge größer und dessen Durchmesser kleiner ist als die Länge und der Durchmesser des Saugsystems (8) des dritten Einlaßventils (3).

6. Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche mit mehreren Zylindern, dadurch gekennzeichnet, daß die Saugsysteme (4, 6, 8) der ersten Einlaßventile (1), der zweiten Einlaßventile (2) und der dritten Einlaßventile (3) aller Zylinder jeweils von einer gemeinsamen Luftsammelkammer (14, 15, 16) ausgehen.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit mehreren Zylindern, dadurch gekennzeichnet, daß die Saugsysteme (4 und 6) der ersten und der zweiten Einlaßventile (1, 2) aller Zylinder und die Saugsysteme (8) der dritten Einlaßventile (3) aller Zylinder jeweils von einer gemeinsamen Luftsammelkammer (23 bzw. 16) ausgehen.

8. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselklappe (5) im Saugsystem (4) des ersten Einlaßventils (1) willkürlich betätigbar ist und die Drosselklappen (7, 9) in den Saugsystemen (6, 8) der beiden anderen Einlaßventile (2, 3) drehzahl- und/oder lastabhängig betätigbar sind und mit zunehmender Drehzahl und/oder Last nacheinander geöffnet werden.

9. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit Kraftstoff-Einspritzung in die einzelnen Saugsysteme, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzdüse (20) im Saugsystem (4) des ersten Einlaßventils (1) nahe desselben derart

angeordnet ist, daß die Einspritzung in Richtung des Dralls der einströmenden Luft und im wesentlichen ohne Wandbenetzung erfolgt und daß die Einspritzdüsen (21, 22) in den Saugsystemen (6, 8) des zweiten und des dritten Einlaßventils (2 bzw. 3) in einem größeren Abstand von dem Einlaßventil angeordnet sind.

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die dem ersten Einlaßventil (1) zugeordnete Einspritzdüse (20) zur geregelten Kraftstoffeinspritzung über den ganzen Betriebsbereich vorgesehen ist, während die dem zweiten und dem dritten Einlaßventil (2, 3) zugeordneten Einspritzdüsen (21, 22) mit steigender Last nacheinander zugeschaltet werden.

11. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im unteren Drehzahlbereich nur die Drosselklappe des in Umfangsrichtung des Brennraumes ersten Einlaßventils geöffnet und eine kurze Steuerzeit eingestellt wird, dann ab einer bestimmten ersten Drehzahl die Steuerzeit des ersten Ventils verlängert und die Drosselklappe des zweiten (mittleren) Ventils geöffnet und eine Steuerzeit des zweiten Einlaßventils eingestellt wird, die länger ist als die Steuerzeit des ersten Ventils, und ab einer bestimmten zweiten Drehzahl die Drosselklappe des dritten Einlaßventils zunehmend geöffnet wird und die Steuerzeiten des ersten und des zweiten Einlaßventils auf ihren Höchstwert eingestellt werden.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit drei Einlaßventilen pro Zylinder, die in Umfangsrichtung des Brennraumes im Zylinderkopf hintereinander angeordnet sind. Eine derartige Brennkraftmaschine ist beispielsweise durch die DE-OS 14 01 239 bekannt geworden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine dieser Art so auszugestalten, daß eine optimale Füllung und Ladungsbewegung in jedem Zylinder für jeden Betriebsbereich erreicht werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag läßt sich die Füllungs- und Ladungsbewegung in weiten Grenzen variieren. So ist es beispielsweise möglich, das Saugsystem des in Umfangsrichtung des Zylinders ersten Einlaßventils zur Erzeugung eines Dralls im Zylinder auszubilden, also beispielsweise eine tangentiale Einströmung in den Zylinder vorzusehen, und im unteren Drehzahl- und Lastbereich nur die Drosselklappe in diesem ersten Ansaugsystem zu öffnen und gleichzeitig die Steuerzeit des ersten Einlaßventils kurz zu bemessen, so daß einerseits die für eine gute Gemischbildung im unteren Drehzahlbereich erwünschte Drallbewegung und andererseits mit hoher Strömungsgeschwindigkeit ein hohes Drehmoment bei niedrigem Kraftstoffverbrauch erreicht wird. Mit zunehmender Drehzahl ist es erwünscht, den leistungsmindernden Drall zu verringern und gleichzeitig die Füllung zu erhöhen, was dadurch erreicht werden kann, daß nun die dem zweiten (mittleren) Einlaßventil zugeordnete Drosselklappe geöffnet und gleichzeitig, wiederum zur Erhöhung der Füllung, die Steuerzeit des ersten Einlaßventils verlängert wird.

Durch das Öffnen der Drosselklappe des zweiten Saugsystems wird durch die durch das zweite Einlaßventil einströmende Ladung die Füllung vergrößert und der Drall vermindert. Bei Vollast wird mit weiter zunehmender Drehzahl die dem dritten Einlaßventil zugeordnete Drosselklappe geöffnet und gleichzeitig können die Steuerzeiten des ersten und des zweiten Einlaßventils auf ihren Höchstwert verlängert werden, so daß die maximale Füllung erreicht wird. Durch die durch das dritte Einlaßventil einströmende Ladung wird der Drall im Zylinder weitgehend zum Erliegen gebracht.

Es ist auch möglich, bei niedriger Last und/oder Drehzahl die Einlaßventile derart zeitlich versetzt zu öffnen, daß beim Einströmen des Frischgases in den Zylinder ein starker Drall entsteht. Dieser Effekt kann auch bei entsprechender Kanalgestaltung durch einen gegenüber dem Vollastbetrieb reduzierten Ventilhub erreicht werden, der wiederum für die drei Einlaßventile unterschiedlich oder gleich sein kann. Mit zunehmender Last oder Drehzahl werden die Steuerzeiten so verändert, d.h. verlängert, daß eine möglichst gute Füllung erreicht wird.

Eine weitere Beeinflussung sowohl der Füllung als auch der Ladungsbewegung kann dadurch erreicht werden, daß die Ventildurchmesser der drei Einlaßventile unterschiedlich sind. Vorzugsweise ist der Ventildurchmesser des ersten Einlaßventils kleiner als der Ventildurchmesser des zweiten Einlaßventils und der Ventildurchmesser des zweiten Einlaßventils wiederum kleiner als der Ventildurchmesser des dritten Einlaßventils, um bei niedriger Drehzahl und Last, bei der die Füllung des Zylinders nur durch das erste Einlaßventil erfolgt, eine große Ventilerhebung dieses Ventils zu ermöglichen, während für die beiden anderen Einlaßventile die Forderung nach großen Ventilquerschnitten zur Erzielung einer guten Füllung bei höheren und hohen Drehzahlen im Vordergrund steht.

Füllung und Ladungsbewegung können auch durch unterschiedliche Ausgestaltung der Saugsysteme der drei Einlaßventile beeinflusst werden. So ist es zweckmäßig, das Saugsystem des ersten Einlaßventils zur Erzielung eines starken Dralls bei niedriger Drehzahl auszubilden und für hohes Drehmoment bei niedriger Drehzahl ausulegen, was bedeutet, daß dieses Saugrohr einen verhältnismäßig kleinen Durchmesser, jedoch eine verhältnismäßig große Länge haben soll. Das Saugsystem des zweiten (mittleren) Ventils kann für ein hohes Drehmoment im mittleren Drehzahlbereich ausgelegt werden, d.h., es hat einen mittleren Durchmesser und eine mittlere Länge. Das Saugsystem des dritten Ventils schließlich kann so ausgelegt werden, daß bei hoher Last und Drehzahl ein starker Nachladeeffekt erzielt wird, was durch einen großen Durchmesser und eine geringe Länge des Saugsystems erreicht werden kann.

Vorzugsweise ist die Drosselklappe im Saugsystem des ersten Ventils willkürlich betätigbar, während die Drosselklappen in den Saugsystemen der beiden anderen Einlaßventile z.B. kennfeldgesteuert sind und drehzahlabhängig betätigbar sind und mit zunehmender Drehzahl nacheinander geöffnet werden.

Zur Vereinfachung des Ansaugsystems einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine ist es zweckmäßig, die Saugsysteme miteinander zu verbinden. Hierfür gibt es verschiedene Möglichkeiten. So ist es möglich, daß die Saugsysteme der ersten Einlaßventile, der zweiten Einlaßventile und der dritten Einlaßventile aller Zylinder jeweils von einer gemeinsamen Luftsammelkammer

ausgehen. Die Luftsammelkammer, von der die Saugsysteme der ersten Einlaßventile ausgehen, wird dabei entsprechend der geringeren Ladung im Volumen klein gehalten, um ein möglichst optimales Instationärverhalten bei kleinen Laststufen und geringen Drehzahlen zu erreichen, während die Luftsammelkammern, von denen die Saugsysteme der zweiten und der dritten Einlaßventile ausgehen, entsprechend dem größeren Durchsatz ein größeres Volumen haben. Alternativ können auch die Saugsysteme der ersten und der zweiten Einlaßventile aller Zylinder sowie die Saugsysteme der dritten Einlaßventile aller Zylinder jeweils von einer gemeinsamen Luftsammelkammer ausgehen, so daß insgesamt nur zwei Luftsammelkammern vorgesehen werden müssen. Dadurch, daß die Saugsysteme des ersten und des zweiten Einlaßventils jedes Zylinders von eigenen Drosselklappen beherrscht werden, wird durch die Anordnung einer gemeinsamen Luftsammelkammer keine gegenseitige Beeinflussung stattfinden.

Bei einer Brennkraftmaschine mit getrennter Saugrohrinspritzung in die einzelnen Saugsysteme, bei der die Ladung im unteren Drehzahl- und/oder Lastbereich nur durch das erste Einlaßventil, im mittleren Drehzahl- und/oder Lastbereich auch durch das zweite Einlaßventil und bei Vollast auch durch das dritte Einlaßventil zugeführt wird, ist es zweckmäßig, die Einspritzdüse im ersten Saugsystem nahe dem ersten Einlaßventil derart anzuordnen, daß die Einspritzung in Richtung des Dralls der einströmenden Luft erfolgt, und zwar ohne Wandbenetzung, womit der Kaltstart und die Abgaswerte verbessert werden. Die Einspritzdüsen in den zweiten und dritten Saugsystemen sollten dagegen in einem größeren Abstand von dem zweiten bzw. dritten Einlaßventil angeordnet werden, um eine bessere Füllung durch Ausnutzung der Verdunstungskälte des Kraftstoffes zu erreichen.

Die Erfindung wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung den Zylinderkopf und das Ansaugsystem einer Vierzylinder-Hubkolbenbrennkraftmaschine;

Fig. 2 ist eine schematische perspektivische Darstellung des Zylinderkopfes eines Zylinders mit Anordnung der Einspritzdüsen in den Einzelsaugsystemen;

Fig. 3 ist ein Diagramm, aus dem der Drehmomentverlauf über der Drehzahl dargestellt ist, der durch das aufeinanderfolgende Zuschalten der Einzelsaugsysteme in der Ausführung gemäß Fig. 1 erreicht wird, und

Fig. 4 ist eine schematische Darstellung ähnlich Fig. 1 eines zweiten Ausführungsbeispiels.

In Fig. 1 sind mit I, II, III und IV die im Zylinderkopf angeordneten Brennräume der vier Zylinder einer Brennkraftmaschine dargestellt. Jeder Brennraum weist drei Einlaßventile 1, 2 und 3 sowie zwei Auslaßventile A auf. Jedes der Einlaßventile 1, 2, 3 jedes Zylinders ist durch eine eigene Betätigungseinrichtung im Öffnungssinn betätigbar, beispielsweise durch einen Nocken oder durch elektrische oder hydraulische Mittel. Die Betätigungseinrichtungen sind in bekannter Weise so ausgebildet, daß die Steuerzeit, d.h. die Öffnungsdauer, und die Ventilerhebung von mindestens zwei der drei Einlaßventile jedes Zylinders unabhängig voneinander in Abhängigkeit von Betriebszuständen, insbesondere in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine, kontinuierlich oder stufenweise veränderbar ist.

Für jedes Einlaßventil 1, 2, 3 jedes Zylinders ist ein eigenes Saugsystem mit einer Drosselklappe vorgese-

hen. Die Saugsysteme der ersten Ventile 1 sind mit 4 bezeichnet und enthalten eine willkürlich, z.B. durch ein Gaspedal betätigbare Drosselklappe 5. Die Saugsysteme der Ventile 2 sind mit 6 bezeichnet und enthalten jeweils eine Drosselklappe 7, während die Saugsysteme der Ventile 3 mit 8 bezeichnet sind und jeweils eine Drosselklappe 9 enthalten. Die Drosselklappen 7 und 9 der Saugsysteme 6, 8 der zweiten und dritten Ventile 2 bzw. 3 werden über ein Kennfeld in Abhängigkeit von der Drehzahl und/oder der Last der Brennkraftmaschine gesteuert.

Die Saugsysteme 4 der ersten Ventile 1 sind zur Erzielung eines starken Dralls und eines hohen Drehmoments bei niedriger Drehzahl ausgelegt und sie münden daher, wie ersichtlich, im wesentlichen tangential in die Brennräume und haben außerdem eine verhältnismäßig große Länge, jedoch einen kleinen Durchmesser, wodurch die erwünschte Drehmomentcharakteristik erreicht wird.

Die Saugsysteme 6 der zweiten oder mittleren Einlaßventile 2 sind für hohes Drehmoment im mittleren Drehzahlbereich ausgelegt, d.h., ihr Durchmesser ist größer und ihre Länge ist geringer als diejenigen der ersten Saugsysteme 4.

Die Saugsysteme 8 der dritten Einlaßventile 3 schließlich sind so ausgelegt, daß bei hoher Last und Drehzahl ein starker Nachladeeffekt erzielt wird, was durch einen großen Durchmesser und eine geringe Länge, verglichen mit den Durchmessern und Längen der beiden ersten Saugsysteme 4, 6, erreicht wird. Im unteren Drehzahlbereich sind die Drosselklappen 7 und 9 geschlossen und es werden nur die Drosselklappen 5 der ersten Saugsysteme 4 geöffnet, so daß die Zylinder nur durch die Einlaßventile 1 Ladung erhalten. Da diese Ladungsmenge bei niedrigen Drehzahlen verhältnismäßig gering ist, ist der Ventildurchmesser der ersten Einlaßventile 1 verhältnismäßig klein. Die Steuerzeiten der ersten Einlaßventile sind in diesem Drehzahlbereich verhältnismäßig kurz, ihr Hub jedoch verhältnismäßig groß, um größtmögliche Füllung zu erreichen. Durch das tangential-einströmen durch die Einlaßventile 1 wird in den Brennräumen ein Drall erzeugt, der für den Brennraum / durch den Pfeil 11 dargestellt ist. Dieser Drall sorgt trotz der relativ geringen Einströmgeschwindigkeit der Ladung für eine gute Aufbereitung des Gemisches. Ein solcher Drall ist bekanntlich bei höheren Drehzahlen störend, da er mit einem Leistungsverlust verbunden ist. Bei höheren Drehzahlen werden nun nacheinander die Drosselklappen 7 und 9 der zweiten und dritten Saugsysteme 6, 8 geöffnet. Durch Öffnen der Drosselklappen 7 wird einerseits der Gesamtansaugquerschnitt vergrößert und andererseits wird durch das im wesentlichen radiale Einströmen der Ladung, das für den Brennraum / durch den Pfeil 11 dargestellt ist, ein Abbremsen des Dralles 10 erreicht. Mit dem Öffnen der Drosselklappe 7 werden gleichzeitig die Steuerzeiten der ersten Einlaßventile 1 verlängert, so daß auch durch die Ansaugsysteme 4 eine größere Ladungsmenge angesaugt werden kann.

Bei hoher Drehzahl und Last, insbesondere bei Vollast, werden nun auch die Drosselklappen 9 der dritten Saugsysteme 8 geöffnet und es werden gleichzeitig die Steuerzeiten der ersten und zweiten Einlaßventile 1 und 2 auf ihren Höchstwert verlängert, so daß nun der maximale Einlaßquerschnitt zur Erzielung höchster Leistung zur Verfügung steht. Da die dritten Saugsysteme 8 wiederum im wesentlichen tangential in die einzelnen Brennräume einmünden, wird der durch die dritten Ein-

laßventile 3 einströmenden Ladung ein Drall erteilt, der im Brennraum / durch den Pfeil 12 veranschaulicht ist. Dieser Drall ist dem Drall 10 der durch die ersten Ansaugsysteme 4 eintretenden Ladung entgegengesetzt, so daß durch entsprechende Bemessung und Anordnung der dritten Saugsysteme 8 der Drall in den Zylindern zum Erliegen gebracht werden kann.

Entsprechend dem gewünschten Ladungsdurchsatz sind die Durchmesser der zweiten Einlaßventile 2 größer als diejenigen der ersten Einlaßventile 1, und die Durchmesser der dritten Einlaßventile 3 sind größer als diejenigen der zweiten Einlaßventile 2.

Die ersten Saugsysteme 4 aller Zylinder gehen von einer ersten Luftsammelkammer 14 aus, die ein verhältnismäßig kleines Volumen hat, um ein möglichst optimales Instationärverhalten bei kleinen Lastzuständen und niedrigen Drehzahlen zu erreichen.

Die zweiten Saugsysteme 6 aller Zylinder gehen von einer zweiten Luftsammelkammer 15 aus, deren Volumen dem hohen Gasdurchsatz angepaßt ist. Die Saugsysteme 6 schließen mit einem verhältnismäßig großen Radius an die Luftsammelkammer 15 an, um die Strömungsverluste gering zu halten.

Die dritten Saugsysteme 8 aller Brennräume sind mit einer dritten Luftsammelkammer 16 verbunden, die entsprechend dem hohen Gasdurchsatz ein noch größeres Volumen hat als die zweite Luftsammelkammer 15. Außerdem erweitern sich die Saugsysteme 8 zu der Luftsammelkammer 16 hin trichterförmig, um den Nachladeeffekt zu verstärken.

Die Luftsammelkammern 14, 15 und 16 gehen von einem Sammelsaugrohr 17 aus, das über ein Luftfilter 18 mit der Atmosphäre in Verbindung steht und in dem eine nicht dargestellte Luftmassen-Meßeinrichtung für die Steuerung einer Kraftstoff-Einspritzanlage angeordnet ist.

In jedem Saugsystem 4, 6, 8 jedes Zylinders ist eine eigene Einspritzdüse angeordnet, die in Fig. 2 mit 20, 21 und 22 bezeichnet ist. Die Einspritzdüse 20 im ersten Saugsystem 4 ist nahe des ersten Einlaßventils 1 derart angeordnet, daß sie möglichst ohne Wandbenetzung in Richtung des in dem Saugsystem 4 herrschenden Dralls der einströmenden Luft einspritzt. Dadurch wird der Kaltstart verbessert und der Anteil der schädlichen Abgasbestandteile verringert. Die im zweiten Saugsystem 6 angeordnete Einspritzdüse 21 ist weiter weg von dem Einlaßventil 2 derart angeordnet, daß sie zum Teil gegen die Wand des Saugsystemes 6 spritzt. Da die Einspritzdüse 21 erst bei warmem Motor und mittlerer Last zum Einsatz kommt, wird die Verdunstungskälte des durch die Düse 21 eingespritzten Kraftstoffes zur Erhöhung der Füllung ausgenutzt. Die Einspritzdüse 22 im dritten Saugsystem 8 ist verhältnismäßig weit, gegebenenfalls stromauf der Drosselklappe 9 (Fig. 1), von dem dritten Einlaßventil 3 derart angeordnet, daß sie in Richtung der durch das Saugsystem 8 strömenden Luft einspritzt, wobei neben der Füllungsverbesserung durch die Verdunstungskälte auch noch eine Füllungsverbesserung durch die Injektorwirkung erreicht wird. Die Einspritzdüse 22 wird normalerweise erst bei Vollast und hoher Drehzahl aktiviert.

In Fig. 3 ist ein Diagramm dargestellt, in dem der effektive Mitteldruck P_{me} in Abhängigkeit von der Drehzahl n dargestellt ist. Hierbei ist mit B der Drehmomentverlauf dargestellt, der erreicht wird, wenn den Zylindern nur durch die ersten Saugsysteme 4 Ladung zugeführt wird. Die Kurve C stellt den Drehmomentverlauf dar, der durch die zweiten Saugsysteme 6 erreicht

wird, und die Kurve *D* stellt den Drehmomentverlauf dar, der durch die dritten Saugsysteme 8 erreicht wird. Durch das aufeinanderfolgende Öffnen der ersten, zweiten und dritten Drosselklappen 5, 7 und 9 wird der gestrichelt eingezeichnete Drehmomentverlauf *E* erreicht. Es ist ersichtlich, daß, verglichen mit der Einzelwirkung der Saugrohrsysteme 4, 6 und 8, ein hohes Drehmoment sowohl bei niedriger als auch bei hoher Drehzahl erzielt wird.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 unterscheidet sich von demjenigen gemäß Fig. 1 im wesentlichen nur dadurch, daß hier die ersten und die zweiten Saugsysteme 4 und 6 an eine gemeinsame Luftsammelkammer 23 angeschlossen sind, deren Volumen naturgemäß entsprechend dem Gasdurchsatz für beide Saugsysteme 4 und 6 ausgelegt werden muß. Die Einspritzdüsen für die beiden ersten Saugsysteme 4 und 6 werden dabei vorzugsweise beide nahe ihrer Einlaßventile 1 und 2 angeordnet, wie dies in Fig. 2 für die Einspritzdüse 20 dargestellt ist.

Auch bei dieser Ausführung sind die Drosselklappen 5 vom Gaspedal gesteuert, während die Drosselklappen 7 und 9 kennfeldgesteuert sind.

25

30

35

40

45

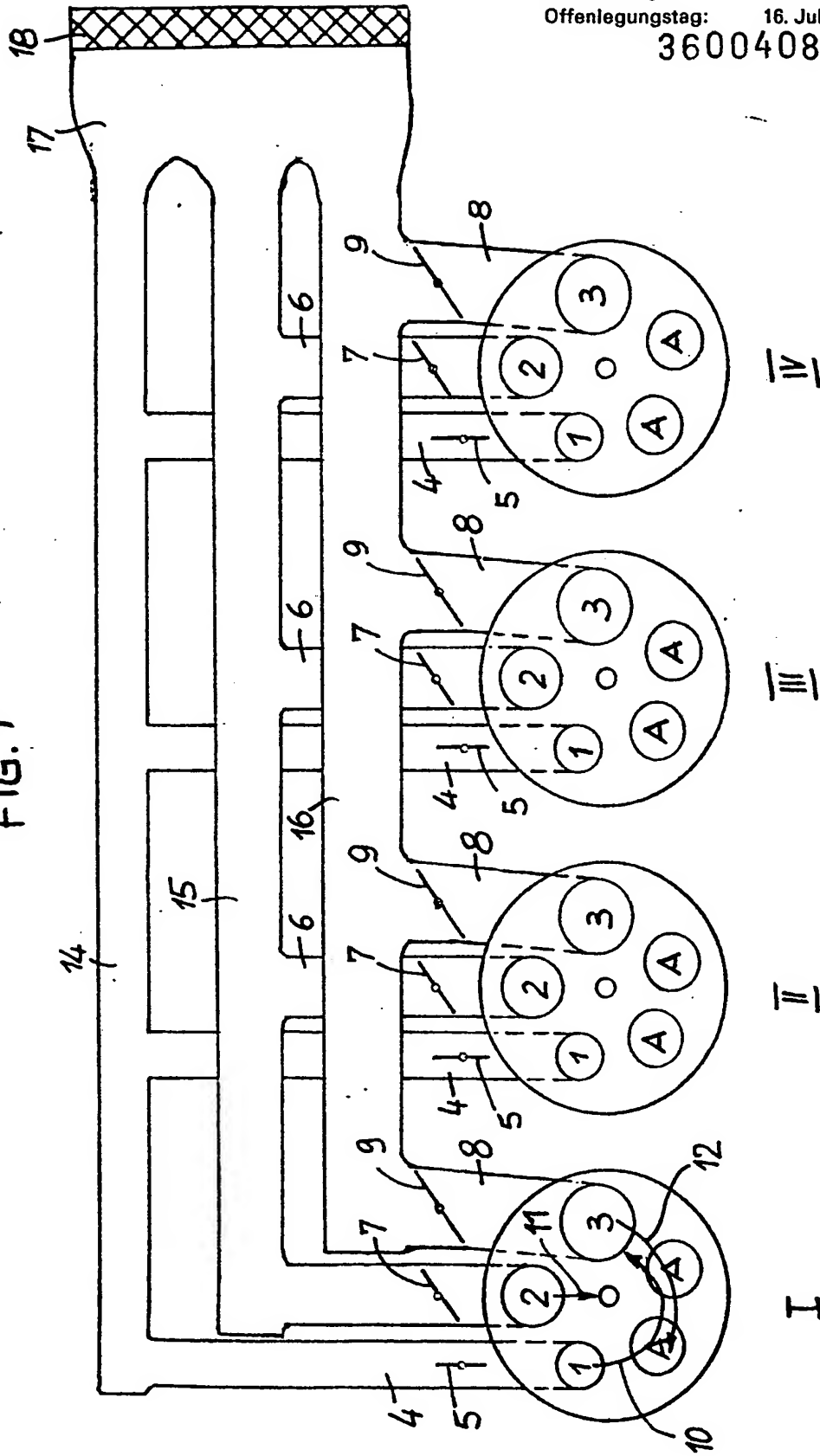
50

55

60

65

FIG. 1



BEST AVAILABLE COPY

FIG. 2

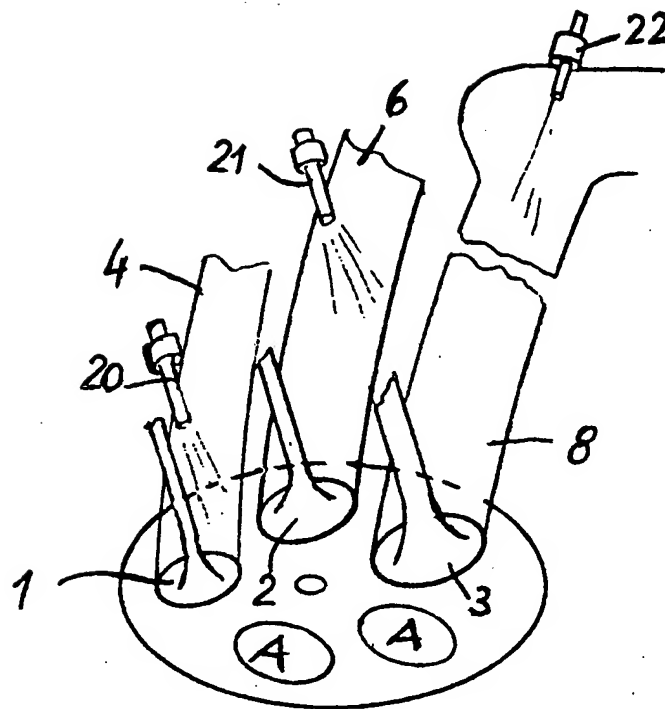


FIG. 3

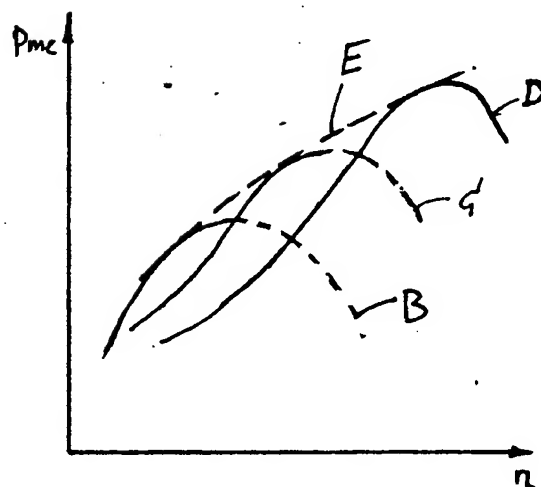


FIG. 4

